

## Sposób i układ pomiaru pH roztworu

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ pomiaru stężenia kationów wodorowych  $H^+$  zwłaszcza do zastosowań  
5 w medycynie.

Powszechnie stosowane są czujniki do pomiaru stężenia kationów wodorowych  $H^+$  polegające na zmianie barwy wskaźnika reagującego skokową zmianą zabarwienia w kontakcie z roztworem o pH równym lub większym od  
10 wartości granicznej. Najczęściej stosowane są w formie bibuły nasyconej roztworem wskaźnika pH a następnie wysuszonej. W celu oszacowania wartości pH za pomocą papierka wskaźnikowego nasąca się go kilkoma roztworami różnych wskaźników, których wybarwienie różni się pod wpływem  
15 różnych wartości progowych stężenia kationów  $H^+$ . Pomiar tą metodą może jedynie służyć do oszacowania wartości pH roztworu, dokładność metody jest niska.

Znana jest również potencjometryczna metoda wyznaczania wartości pH roztworu, pozwalająca na znacznie  
20 dokładniejsze pomiary. Układ pomiarowy najczęściej składa się z czułego miniwoltomierza i elementu pomiarowego złożonego z elektrody odniesienia oraz elektrody pomiarowej – najczęściej szklanej. Układy pomiarowe tego typu z reguły charakteryzują się wysokim kosztem oraz ograniczonymi możliwościami  
25 miniaturyzacji.

Z opisu patentowego amerykańskiego nr US7251384 znany jest czujnik pH roztworu wykorzystujący hydrożel uformowany w kształt dysków oraz światłowodową siatkę Bragga. W rozwiązaniu tym, przepływający przez czujnik roztwór o badanym stężeniu kationów wodorowych  $H^+$  powoduje pęcznienie dysków hydrożelowych o charakterystyczną dla danego pH wartość co indukuje siłę ściskającą sprężynę, która dociska pęczniejące dyski. Zmiana odległości pomiędzy miejscami mocowania światłowodu jednomodowego z zapisaną siatką Bragga powodowana przez uwodnienie hydrożelu powoduje przesunięcie mierzonego widma.

Z amerykańskiego opisu patentowego US7961327 znany jest sposób oraz układ pomiaru pH roztworu wykorzystujący włókna światłowodowe. Światło emitowane przez źródło doprowadzane jest do badanego roztworu przez włókno wejściowe i przechodzi przez głowicę czujnika zawierającą szafirowe okno dla badanej cieczy. Światło odbite od roztworu rejestrowane jest przez zespół wielu włókien wyjściowych zawartych w głowicy czujnika. Moc światła odbitego rejestrowanego przez światłowody wyjściowe poddawana jest zamianie na sygnał elektryczny, który służy do określenia poziomu pH badanego roztworu.

Celem wynalazku jest miniaturyzacja czujnika umożliwiająca wykonywanie pomiarów pH błony śluzowej pacjenta przez wprowadzenie czujnika wprost do ciała badanej osoby oraz zdalnego odczytu mierzonej wartości.

5 Istotą sposobu pomiaru pH roztworu z wykorzystaniem substancji hydrożelowej oraz światłowodu jednomodowego z siatką Bragga według wynalazku jest to, że na światłowód jednomodowy w miejscu zapisu światłowodowej siatki Bragga o znanej centralnej długości fali nanosi się warstwę lepkiego  
10 hydrożelu o grubości 50  $\mu\text{m}$ , po czym na warstwę hydrożelu nanosi się warstwę półprzepuszczalnego polimerowego tworzywa a następnie całość umieszcza się w badanym roztworze na okres od 1 do 3 minut, korzystnie 2 minuty, po czym przez światłowód przepuszcza się światło ze źródła  
15 szerokopasmowego o zakresie spektralnym odpowiadającym długości fali Bragga znajdującej się w rdzeniu światłowodu i za pomocą analizatora widma optycznego mierzy się widmo transmisyjne siatki Bragga i porównuje się przesunięcie długości fali z zadaniem widmem odniesienia. Zadane widmo  
20 odniesienia porównuje się z widmem zmierzonym za pomocą programu komputerowego.

Istotą układu do pomiaru pH roztworu posiadającego światłowód jednomodowy z wytworzoną siatką Bragga, materiał hydrożelowy, szerokopasmowe źródło światła, złącza optyczne  
25 i analizator widma optycznego według wynalazku jest to,

że składa się z szerokopasmowego źródła światła połączonego za pomocą złącza optycznego z jednym końcem światłowodu jednomodowego, w którego rdzeniu wytworzona jest światłowodowa siatka Bragga przy czym światłowód w miejscu  
5 siatki Bragga otoczony jest warstwą lepkiego hydrożelu, na którą naniesiona jest warstwa półprzepuszczalnego tworzywa polimerowego, zaś do drugiego końca światłowodu za pomocą złącza optycznego podłączony jest analizator widma optycznego.

10 Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że rozwiązanie pozwala na daleko idącą miniaturyzację czujnika, co pozwoli na wykonywanie pomiarów pH błony śluzowej bez potrzeby pobierania większej ilości roztworu. Konsekwencją miniaturyzacji oraz faktu, iż wszystkie elementy składowe  
15 czujnika wykorzystującego opisywany sposób pomiaru pH są obojętne dla organizmu człowieka, jest możliwość wprowadzenia takiego sensora wprost do ciała pacjenta oraz zdalne odczytanie poziomu pH badanego roztworu. Wynik pomiaru stanowi ważny element diagnozy medycznej  
20 szczególnie w przypadku pomiarów pH pochwy kobiet w ciąży. Przy zastosowaniu opisywanego sposobu pomiaru ilość wykorzystanego hydrożelu jest stosunkowo niewielka, dzięki czemu czas nasiąkania substancji jest znacznie skrócony. Ponadto, zastosowanie światłowodowej siatki Bragga jako  
25 elementu pomiarowego pozwala na budowanie złożonych

układów czujników mierzących różne wielkości takie jak pH roztworu, naprężenia, temperaturę wykorzystujących pojedyncze włókno światłowodowe. Przy pomiarach stężenia kationów wodorowych  $H^+$  odczynników chemicznych, 5 wykorzystanie odwracalności rozrostu substancji hydrożelowej po jej wysuszeniu pozwala na wielokrotne używanie tego samego czujnika.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku .

10 Sposób pomiaru pH roztworu wykorzystujący światłowodową siatkę Bragga i hydrożel polega na tym, że przez jednorodną światłowodową siatkę 2 Bragga zapisaną na standardowym światłowodzie 1 jednomodowym o średnicy 125  $\mu m$  przepuszcza się światło o szerokim zakresie 15 spektralnym odpowiadającym długości centralnej fali Bragga zastosowanej siatki 2 Bragga z szerokopasmowego źródła 6 światła. Widmo transmisyjne siatki 2 Bragga mierzone za pomocą analizatora 7 widma optycznego ulega przesunięciu pod wpływem naprężenia jakiemu poddawana jest siatka 2 20 Bragga indukowanego przez pęcznienie otaczającej światłowód 1 substancji 3 hydrożelowej wrażliwej na zmiany pH otaczającego roztworu 5. Wielkość spęcznienia hydrożelu 3 w kontakcie z roztworem 5 jest tym większa, im wyższe jest stężenie kationów wodorowych w badanej cieczy. Wartość 25 przesunięcia długości fali Bragga czujnika otoczonego

badanym roztworem 5 odniesiona do długości fali Bragga czujnika pozostającego w otoczeniu obojętnym jest zależna od stężenia kationów wodorowych  $H^+$ .

Układ do pomiaru pH roztworu wykorzystujący  
5 światłowodową siatkę Bragga oraz hydrożel według wynalazku zbudowany jest z szerokopasmowego źródła 6 światła, które przez złącze 8 optyczne oświetla światłowód 1 jednomodowy na którym zapisana jest jednorodna światłowodowa siatka 2 Bragga o długości 1 centymetra. W miejscu zapisu siatki 2  
10 Bragga światłowód 1 otoczony jest lepkiem hydrożelem 3 wrażliwym na zmiany pH przesiekającego go roztworu, który powleczony jest półprzepuszczalną osnową 4 polimerową, której zadaniem jest minimalizowanie ekspansji pęczniejącego hydrożelu 3 w kierunkach prostopadłych do osi światłowodu 1.

15 Drugi koniec światłowodu 1 jednomodowego dołączany jest za pomocą złącza 8 optycznego do analizatora 7 widma optycznego, za pomocą którego mierzone jest widmo transmisyjne siatki 2 Bragga. Długość centralnej fali Bragga, której przesunięcie jest zależne od zmiany pH roztworu  
20 obliczana jest na podstawie zmierzonego widma za pomocą programu komputerowego.

RZECZNIK PATENTOWY

  
mgr inż. Tomasz Milczek  
Nr ew. 2796

POLITECHNIKA LUBELSKA  
Biuro Rzecznika Patentowego  
ul. Nadbystrzycka 33, 20-618 Lublin  
tel. 81 539 41 30, fax 81 539 41 70

## Wykaz oznaczeń

1. Światłowód jednomodowy
2. Światłowodowa siatka Bragga
3. Substancja hydrożelowa
4. Półprzepuszczalna osnowa polimerowa
5. Otoczenie badanego roztworu
6. Szerokopasmowe źródło światła
7. Analizator widma optycznego
8. Złącze optyczne